

## 江苏省科学技术奖申报项目公示内容

项目名称	基于进化理论与智能搜索的地下水优化模型及其应用
主要完成人	吴剑锋、吴吉春、杨蕴、骆乾坤、祝晓彬、叶淑君、孙晓敏、章艳红、郭健
主要完成单位	南京大学、河海大学、合肥工业大学、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院
<b>项目简介</b>	
<p>本项目归于地学领域的水文地质学科，内容涉及水文地质、工程地质、环境地质等多个学科，属于资源与环境领域涉及资源开发利用的应用类基础研究。</p> <p>针对地下水系统非线性与随机性特点，项目组长期致力于“基于进化理论与智能搜索的地下水优化模型及其应用”研究：在理论方面，突破了传统基于梯度寻优或拟线性规划的地下水优化技术，通过融合多种进化算法的优点，提出多种复合智能进化算法，解决了地下水优化模型求解过程中一系列关键技术难题，发展了基于进化算法的地下水模拟优化理论。在应用方面，为提高解决实际问题的能力，及时将理论研究成果推广应用于地下水系统水量、水质和监测网设计等一系列优化工程实际，即利用建立的基于进化理论的单目标和多目标地下水模拟优化模型，来指导地下水开发利用与管理、污染防治与环境保护等多方面的工程实践，为其决策提供相应技术支撑；按国际化标准开发了基于多种进化算法的地下水模拟优化耦合模型的模块化软件，推动了我国地下水模拟优化领域的理论发展与技术创新，简化了地下水模拟优化模型的应用流程，提升了其推广和服务社会的应用能力，获得了显著的社会效益和经济效益。主要科技创新成果及其应用包括：</p> <p>(1) 突破了复杂地下水优化模型求解的技术难题。针对传统方法不适用于复杂地下水系统尤其是地下水污染治理或其它非线性地下水优化模型求解的技术难题，系统地开展了复杂非线性地下水系统优化模型求解的科学前沿问题研究，发展和创新了地下水模拟优化理论与求解技术，并应用于地下水水量、水质和监测网设计的优化工程实践，取得了显著社会和经济效益。</p> <p>(2) 率先在国际上提出快速和谐搜索算法。阐明了快速和谐搜索算法的控制参数自适应选取原则，提高了算法的求解效率及其可应用性，由此构建了基于快速和谐搜索算法和概率遗传算法的多目标地下水模拟优化模型，应用于考虑含水层参数不确定条件下地下水模拟优化问题的诸多实践，实现经济、社会和环境等多方面目标的综合协调与优化。</p> <p>(3) 创新了地下水数值模拟技术。针对不同地下水环境问题，研究了相应的数值模拟创新技术，以揭示人类活动影响下的地下水水质演化规律及优化开采模式；创新提出了化学渗透作用下地下水模拟模型，揭示了弱透水粘土层分隔条件下的咸淡水界面运移机理，为指导含水层深井灌注及粘土岩的核废物地质处置提供了理论依据。</p> <p>(4) 按国际化标准开发了基于多种进化算法的地下水模拟优化模型的模块化软件，应用于地下水开采、污染治理和监测网设计等地下水模拟优化的诸多实践，实现了经济、社会和环境等方面的综合协调与优化，推动了我国地下水模拟优化领域的科技创新，提升了其推广和应用水平。</p> <p>已在国内外重要期刊发表 81 篇，其中 SCI 论文 30 篇，他引 139 次；8 篇代表性论文 SCI 他引 83 次。获国家发明专利授权 2 项，软件著作权 2 项。成果被江苏、江西、安徽、山东等地的国土、水利、环保、建筑等部门的十多家单位推广应用，近 2 年新增利润 7200 多万元。</p>	

## 经济效益和社会效益

本项目研究成果已推广应用于国土、水利、环保、建筑等多个部门：以江苏为核心，辐射周边包括江西、安徽、山东等地，近 2 年新增销售额 2.78 亿元、新增利润 7239 万元，每年新增约 70 亿元地区生产总值，并避免了 80-85 亿元的经济损失，取得了显著的经济、社会和环境效益。

本项目实施为产学研结合提供了良好范例。项目开展为地下水防护、基坑疏排水、地基不均匀沉降防护、地下水超采区划分、咸水入侵防治、乃至地下水污染治理、水源地保护等工程的安全运行提供决策依据，同时使人们认识到地下水的重要性以及地质环境对社会经济发展的促进和制约作用，环境和社会效益显著。项目组自身成长（教授 2 人，副教授 3 人）的同时还培养博士 8 名、硕士 15 名。



代表性论文论著目录 (限 8 篇)

序号	论文、专著 名称/刊名/作者	影响 因子	年卷页码 年(卷): 页码	发表年月	通讯作者/ 第一作者 (中文名)	SCI 他引 次数	他引 总次 数	是否 国内 完成
1	A comparative study of Monte Carlo simple genetic algorithm and noisy genetic algorithm for cost-effective sampling network design under uncertainty/ <b>Advances in Water Resources</b> /Wu JF(吴剑锋), Zheng CM, et al.	4.349	29(6): 899- 911	2006-06	Zheng CM/ 吴剑锋	33	42	是
2	Using the shuffled complex evolution global optimization method to solve groundwater management models/ <b>Lecture Notes in Computer Science</b> /Wu JC(吴吉春), Zhu XB(祝晓彬)	0.402	3841: 986-995	2006-01	吴吉春/ 吴吉春	8	8	是
3	Optimizing groundwater development strategies by genetic algorithm: a case study for balancing the needs for agricultural irrigation and environmental protection in northern China/ <b>Hydrogeology Journal</b> /Wu JF(吴剑锋), et al.	2.028	15(7): 1265- 1278	2007-11	吴剑锋/ 吴剑锋	20	20	是
4	A hybrid multi-objective evolutionary algorithm for optimal groundwater management under variable density conditions/ <b>Acta Geologica Sinica</b> /Yang Y(杨蕴), Wu JF(吴剑锋), Sun XM(孙晓敏), Lin J, Wu JC(吴吉春)	1.996	86(1): 246- 255	2012-02	吴剑锋/ 杨 蕴	4	5	是
5	Optimal design of groundwater remediation systems using a multi-objective fast harmony search algorithm/ <b>Hydrogeology Journal</b> /Luo QK(骆乾坤), Wu JF(吴剑锋), Sun XM(孙晓敏), Yang Y(杨蕴), Wu JC(吴吉春)	2.028	20(8): 1497- 1510	2012-12	吴剑锋/ 骆乾坤	4	4	是
6	Optimal design of groundwater remediation system using a probabilistic multi-objective fast harmony search algorithm under uncertainty/ <b>Journal of Hydrology</b> /Luo QK(骆乾坤), Wu JF(吴剑锋), Yang Y(杨蕴), Qian JZ, Wu JC(吴吉春)	3.043	519: 3305- 3315	2014-11	吴剑锋/ 骆乾坤	2	3	是
7	Development and application of a master-slave parallel hybrid multi-objective evolutionary algorithm for groundwater remediation design/ <b>Environmental Earth Sciences</b> /Yang Y(杨蕴), Wu JF(吴剑锋), Sun XM(孙晓敏), Wu JC(吴吉春), et al.	1.765	70: 2481- 2494	2013-11	吴剑锋/ 杨 蕴	5	7	是
8	A modified global model for predicting the tritium distribution in precipitation, 1960-2005/ <b>Journal of Hydrological Processes</b> /Zhang YH(章艳红), Ye SJ(叶淑君), Wu JC(吴吉春)	2.768	25(15): 2379-2392	2011-07	叶淑君/ 章艳红	7	9	是

排名	姓名	技术职称	工作单位	对本项目贡献
1	吴剑锋	教授	南京大学	项目总负责，对科技创新点第1、2、3点做出了创造性贡献。
2	吴吉春	教授	南京大学	参与项目总体方案设计，主要负责项目的推广应用，对科技创新点第1、2、3点均有创造性贡献。
3	杨蕴	副教授	河海大学	负责多目标遗传算法和禁忌搜索算法研究，对科技创新点第1、2、3点有创造性贡献。
4	骆乾坤	副研究员	合肥工业大学	负责快速和谐搜索算法及多目标快速和谐搜索算法的研究，对科技创新点第2点有创造性贡献。
5	祝晓彬	副教授	南京大学	参与智能搜索算法设计研究，并负责优化模型的推广应用，对科技创新点第1、3点有创造性贡献。
6	叶淑君	教授	南京大学	负责介质微观结构刻画及水文地质建模中补给源量化（大气降水预测）研究，对第1点有创新性贡献。
7	孙晓敏	博士后	水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	本人负责弱透水层粘性土的化学渗透试验，对科技创新点第1、3点有创造性贡献。
8	章艳红	无(博士后)	南京大学	参与介质微观结构刻画及水文地质建模中补给源量化研究，对科技创新点第3点有创造性贡献。
9	郭健	无(硕士)	南京大学	参与介质微观结构刻画研究，对科技创新点第3点有创造性贡献。